

Title: Apparatus for forming thin film

Application Number 93115070 **Application Date** 1993.11.20

Publication Number 1103112 **Publication Date** 1995.05.31

Priority Information

International Classification C23C14/32

Applicant(s) Name Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha; Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha

Address

Inventor(s) Name Ito Hiromoto; Ota Sunaoko; Ito Hiromoto; Ota Sunaoko

Patent Agency Code 31100 **Patent Agent** HUANG YIWEN

Abstract

A kind of film forming device consists of vapour generating source, ionizing device to ionize the aggregation in the vapour, accelerator to accelerate the ionized aggregation toward the base plate. The cathode for emitting electron used in ionization of the ionizing device is located in proper position to make emitted electrons can directly knock on the aggregations in vapour, thus the ionizing efficiency of the aggregation is raised and the fact that the ionizing device life is shortened due to corrosion of vapour coating matter directly contaminating said device is avoided, so the steadily and efficiently film forming is ensured.



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 93115070.1

[51]Int.Cl⁵

C23C 14/32

[43]公开日 1995年5月31日

[22]申请日 93.11.20

[71]申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 伊藤弘基 尾田直幸

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 黄依文

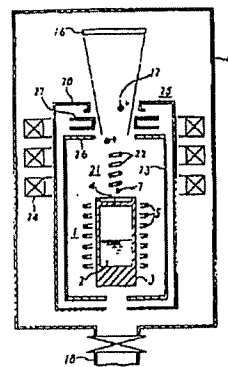
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 薄膜形成装置

[57]摘要

一种薄膜形成装置, 包括蒸汽发生源, 使蒸汽中的集结物离子化的离子化装置, 使已离子化的集结物向着基板加速的加速装置, 通过将上述离子化装置的电离用电子放出部分即阴极设置在适当位置, 并使其放出的电子能直接频繁地与蒸汽流中的集结物相撞, 从而提高集结物离子化的效率, 并避免离子化装置等因直接沾上蒸镀物质、被其腐蚀而缩短寿命, 以保证稳定高效地形成薄膜。



(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1. 一种薄膜形成装置，包括：收容蒸镀物质的坩埚，加热该坩埚并使上述蒸镀物质的蒸气从该坩埚的喷嘴喷出的加热装置，使由上述蒸镀物质的蒸气生成的集结物离子化的电离装置，使已离子化的上述集结物向着在其上形成薄膜的基片加速前进的加速装置，其特征在于，上述电离装置包括：设在与上述喷嘴相对的位置、被加热而放出电子的阴极，以及，包围该阴极、坩埚和加热装置的阳极。

2. 按权利要求 1 所述的薄膜形成装置，其特征在于，上述加速装置包括：加速电极，相对该加速电极为负电位的引出电极，具有上述加速电极和引出电极的中间电位的控制电极，且这三个电极以加速电极、引出电极、控制电极的顺序，依次配置在逐步远离上述喷嘴的位置。

3. 按权利要求 2 所述的薄膜形成装置，其特征在于，上述加速电极和控制电极之间的电位差在 2000 伏以下。

4. 按权利要求 1 所述的薄膜形成装置，其特征在于，还设有向由上述电离装置放出的电子施加作用场的装置，该作用场的方向不同于由上述电离装置发出的电子的运动方向。

5. 按权利要求 4 所述的薄膜形成装置，其特征在于，上述作用场的方向垂直于上述电子的运动方向。

6. 按权利要求 4 所述的薄膜形成装置，其特征在于，上述对电子施加作用场的装置是磁性装置。

7. 按权利要求 6 所述的薄膜形成装置，其特征在于，上述磁性装置包括在上述电离装置的外周沿轴向极性一致地直列配置的多个永久磁铁。

8. 一种薄膜形成装置，包括：收容形成薄膜用的蒸镀物质的坩

坩，加热该坩埚并使上述蒸镀物质的蒸气从该坩埚的喷嘴喷出的加热装置，使由上述蒸镀物质的蒸气生成的集结物离子化的电离装置，使已离子化的上述集结物向着在其上形成薄膜的基片加速前进的加速装置，其特征在于，上述电离装置包括：设在远离蒸气流的位置、向蒸气流发射电离用电子束的电子放出装置，以及使上述电离用电子与上述蒸气逆向相撞使其离子化的电离部。

9. 按权利要求 8 所述的薄膜形成装置，其特征在于，上述电子放出装置是电子枪。

10. 按权利要求 8 所述的薄膜形成装置，其特征在于，上述电离部包括接地电极，以及相对该接地电极保持正电位的控制电极。

说明书

薄膜形成装置

本发明涉及在基片上形成薄膜的薄膜形成装置，特别涉及用集结物离子束蒸镀法(ICB法)来形成高质量薄膜的薄膜形成装置。

以往，一直用ICB法来形成半导体膜、光学薄膜、磁性膜、绝缘膜等高质量的薄膜。

图1是剖视图，模式性地示出了例如日本发明专利公告1979年第9592号公报所示的传统薄膜形成装置。图中：

1是使蒸镀物质2产生蒸气的蒸气发生源，3是收容蒸镀物质2的坩埚，4是设在坩埚3上部的喷嘴，5是设在坩埚周围、作为加热坩埚的加热装置用的加热丝，6是屏蔽来自加热丝5的热的第1绝热板。上述坩埚3、加热丝5和第1绝热板6构成蒸气发生源1；

7是由从喷嘴4向上喷出的蒸镀物质2的蒸气产生的集结物(块状原子团)。8是设在蒸气发生源1的上方，使集结物7离子化的电离装置，它由放出电子用的电离丝9，从电离丝9引出电子、使其向着集结物7加速的栅极状电子引出电极10，以及用来屏蔽来自电离丝9的热的第2绝热板11组成；

12是被电离装置8离子化的离子化集结物，13是设在电离装置8的上方、使离子化集结物向着后面将介绍的基片16加速的加速装置，它由加速电极14和接地电极15组成，接地电极15为零电位，而加速电极14相对接地电极15呈正电位；

16是设在加速装置13上方的基片，为零电位。17是内部保持真空且收容上述1至16的真空槽，18是对真空槽17进行排气使其呈真空状态的抽真空系统。

以下说明其工作原理。首先，借助抽真空系统 18 使真空槽 17 内之真空度为 10^{-6} 托。施加电压使坩埚 3 的电位相对加热丝 5 呈正偏。对加热丝 5 通电加热，其放出的电子由于电场而被引向坩埚 3 并与之碰撞，加热坩埚使坩埚 3 内的蒸气压达到数托。

由于该加热，坩埚 3 内的蒸镀物质 2 蒸发，该蒸气自喷嘴 4 向上喷出。该蒸气通过喷嘴 4 时，由于绝热膨胀而加速冷却凝缩，形成集结物 7。

在电离装置 8 中，电子引出电极 10 的电位相对电离丝 9 呈正偏。对电离丝通电加热，其放出的电子被电子引出电极 10 引出，其中一部分电子被电子引出电极 10 所捕捉，但另一部分通过栅极的间隙飞去，与集结物 7 碰撞，以其能量打出电子，使其变成具有正电荷的离子化集结物 12。

在加速装置 13 处，受加速电极 14 和接地电极 15 间形成的电场的作用，离子化集结物 12 向着上方即基片 16 加速，与未被离子化的中性的集结物 7 一起与基片 16 碰撞，在其表面形成蒸镀物质 2 的薄膜(未图示)。

具上述结构的传统的薄膜形成装置存在下述问题：

首先，因为从电离丝 9 中放出的电子中，有助于集结物离子化的，仅是通过栅格状电子引出电极 10 的间隙的那部分电子，其余大量被电子引出电极 10 捕捉到的电子并不有助于离子化，因此，离子化效率低下；

还有，当使用硅或铝等与坩埚材料润湿性好的蒸镀物质时，熔融的蒸镀物质会爬上坩埚的内壁渗出到外壁，蒸发后由于该蒸气，坩埚与加热丝之间的阻抗会下降，在它们之间就加不了电压，薄膜形成装置就不能稳定地工作，从而妨碍形成高质量的薄膜；

此外，因为电离装置中的电离丝 9 和电子引出电极 10 靠近喷嘴 4，位于从喷嘴 4 喷出的蒸气流之中，所以，从坩埚爬上渗出的蒸

镀物质或从喷嘴喷出后凝缩的蒸镀物质容易沾附其上，若蒸镀物质中有硅或铝等，则因为这些物质会与电离丝及电子引出电极等所用的材料例如钽、钼发生激烈反应，所以，暴露于蒸气流中的电离丝 9 及电子引出电极 10，尤其是电子引出电极 10 会被腐蚀，寿命变得极短，而且，被腐蚀的电子引出电极的材料还会混入所形成的薄膜 4，使薄膜的质量下降。为了防止这种情况发生，就必须定期地清扫这些部分。

除上述问题外，若通过改变加速电极 14 和接地电极 15 间的电位差(加速电压)来控制集结物的加速，从而控制形成于基片 16 上的薄膜的性质，则由于加速电压的变化，被引出的离子化集结物的量也变化，尤其是当减小加速电压时，到达基片上的离子化集结物的量就非常小，就不能有效利用离子化集结结构的特性，形成高质量的薄膜。若加速电压小到接近零，则加速电极和接地电极间的电场变弱，从电离丝 9 飞出的电子就会射入基片 16，因此而使其受损伤。

鉴于上述情况，本发明的第一目的在于，提供一种有更长工作寿命的薄膜形成装置。

本发明的又一目的在于，提供一种能让电离装置放出的电离用电子直接与蒸气流接触，电子与蒸气流中的集结物碰撞次数多，因而可提高电离效率的薄膜形成装置。

本发明的再一目的在于，提供一种即使熔融的蒸镀物质爬上到坩埚壁上，也能使其稳定地蒸镀的薄膜形成装置。

本发明进一步目的在于，提供一种能蒸镀形成具有类似单片薄膜的电气特性的蒸镀薄膜的薄膜形成装置。

为了达到上述目的，本发明的薄膜形成装置不再使用传统技术中的那种电离用电子引出电极，而代之以采用如下两种结构。即，其中一种实施例的电离装置包括：设在与上述喷嘴相对位置、被加

热后放出电子的阴极，以及包围该阴极、坩埚和加热装置的阳极。另一种实施例的电离装置包括：设在远离蒸气流的位置的、向蒸气流发射电离用电子束的电子放出装置，以及使上述电离用电子与蒸气流中的集结物逆向相撞使其离子化的电离部。

本发明第 1 实施例涉及的薄膜形成装置，由于阴极发出的热量加热了坩埚的喷嘴附近，所以，熔融的蒸镀物质即使爬上来也会蒸发，可抑制蒸镀物质的上爬渗出，可防止因渗出引起的腐蚀及阻抗下降等问题。又因为阳极包围了坩埚和加热装置，所以阳极被加热达到高温，蒸镀物质不会附着在其上，因此也可防止阳极因蒸镀物质导致的腐蚀。因此，薄膜形成装置能稳定高效地运转，且能有更长的工作寿命。

又因为从阴极放出的电子不再通过栅格状的引出电极而直接照射到集结物上，所以能极大地提高电子与集结物碰撞的机会，所以能提高离子化效率。

本发明第 2 实施例涉及的薄膜形成装置，由于其电离装置的电子放出装置设置在远离蒸气流的位置，不会直接暴露于蒸镀物质的蒸气，不会沾上蒸镀物质，所以，即使蒸镀物质的蒸气与之会发生激烈的反应，该电子放出装置也不会被腐蚀而缩短寿命，而且，构成电子放出装置的材料也不会混入蒸气流而导致形成于被蒸镀物上的膜的质量的下降，所以能稳定高效地形成高质量的薄膜。又因为其电离部使电离用电子与蒸气流中的集结物直接逆向相撞，提高了相撞的几率，所以能提高离子化的效率。

附图的简单说明

图 1 是传统的薄膜形成装置的剖视示意图；

图 2 是本发明第 1 实施例涉及的薄膜形成装置的剖视示意图；

图 3 是当图 2 中的磁场发生装置使用极性排列一致的永久磁铁时的薄膜形成装置的剖视示意图。

图 4 是本发明第 2 实施例涉及的薄膜形成装置的剖视示意图。

图 5 示出了加热丝的各种结构。

以下参照附图说明本发明的实施例。图 2 是示出本发明第 1 实施例即一种薄膜成形装置的剖视示意图，图中，符号 2—5、7、12、16—18 所示与图 1 中的一样，所以说明省略。1 是使蒸镀物质 2 产生蒸气的蒸气发生源，由坩埚 3 和加热丝 5 所构成。

21 是设于蒸气发生源 1 的上方，使集结物 7 离子化的电离装置，22 是设在与喷嘴 4 相对位置处的阴极即电离丝，经通电加热就放出电子。23 是包围电离丝 22、坩埚 3 及加热丝 5 的阳极。上述电离丝 22 和阳极 23 构成电离装置 21。24 是设于电离装置 21 外侧的磁场发生装置，其产生的磁场垂直于阴极 22 和阳极 23 形成的电场。

25 是设于电离装置 21 上方、使离子化集结物 12 向着基片 16 加速的加速装置，26 是与阳极 23 连成一体的加速电极，27 是引出电极，28 是作为控制电极的接地电极，呈零电位。按加速电极 26、引出电极 27、接地电极 28 的顺序逐步离开喷嘴 4 而配置，同时，相对接地电极 28，加速电极 26 为正电位，引出电极 27 为负电位。也即，引出电极 27 相对加速电极 26 为负电位，而接地电极 28 为加速电极 26 和引出电极 27 的两个电位的中间电位。上述 3 个电极 26、27、28 构成加速装置 25。

接着说明其工作原理。与图 1 一样，用加热丝 5 加热坩埚 3，使蒸镀物质 2 的蒸气从喷嘴 4 喷出，形成集结物 7。此外，电离丝 22 通电加热，从电离丝 22 向着阳极 23 放出电子，与集结物碰撞使其离子化。其中，因为电子不必通过如图 1 那样的电子引出电极 10 的栅格状间隙，所以能有效利用电子。又因为在本实施例中设置了磁场发生装置 24，相对由阴极即电离丝 22 和阳极 23 形成的电场（在图中为左右、进深方向），形成了垂直于该电场的上下方向的磁场，

所以，上述电子在趋向阳极 23 的运动过程中不是作直线运动，而是在水平平面内作螺旋运动，离子化效率进一步提高。

又因为喷嘴 4 的附近即坩埚 3 的上部被电离丝 22 所加热，所以，即使熔融的蒸镀物质 2 爬上了坩埚 3 的内壁，也会在坩埚 3 的上部蒸发，而不会渗出到坩埚的外壁。还有，因为用阳极 23 包围着加热丝 5 和坩埚 3 以及电离丝 22，所以，阳极 23 保持高温，同时又起热屏蔽的作用，因此，蒸镀物质 2 的蒸气不会冷凝附着在阳极 23 上，且坩埚 3 和加热丝 5 之间也不会充满蒸气而使阻抗下降。而且，由加热丝和电离丝产生的热量经阳极的热屏蔽作用，可提高蒸镀物质的蒸气的压力，该提高的蒸气压可改善电离效率。

在本实施例中，电离丝 22 由于置于喷嘴 4 之上的蒸气流中，最终还是会被腐蚀而需更换，但由于电离丝 22 保持高温，蒸镀物质 2 的蒸气不易冷凝附着在电离丝 22 上，所以，作为电离用电子的电子发出源，其寿命可大大高于现有技术中的电子发生源特别是其中的电子引出电极，例如，当使用会激烈反应的蒸镀物质时，现有技术的电子发生源寿命仅 3 小时，而本实施例的电子发生源寿命可达 100 小时以上。

被电离装置 21 离子化的、带正电荷的离子化集结物 12 在由加速电极 26 和引出电极 27 所形成的电场作用下，从电离装置 21 处被引向基片 16。离子化集结物 12 通过引出电极 27 和接地电极 28 之间时，因为接地电极 28 对引出电极 27 为正偏，所以离子化集结物 12 被减速。结果是，离子化集结物 12 获得因加速电极 26 和接电电极 28 间的电位差(加速电压)而产生的动能。

因此，利用加速电极 26 和引出电极 27 间的电位差，可使从电离装置 21 引出的离子化集结物 12 的量保持在一个必要水准之上，同时，利用加速电压可控制离子化集结物 12 的加速，例如小的加速电压时也能确保离子化集结物 12 的量。由于既能保证离子化集结物

12 的量，又能有效控制离子化集结物与基片的碰撞速度，所以能形成有效利用了离子化特性的薄膜，又能方便地控制所形成的薄膜的性质。

此外，从电离丝 22 飞向基片 16 的电子，因为受到负电位的引出电极 27 所形成电场的阻止而不会入射到基片 16，因而不会损伤基片。

在上述实施例中，在电离装置之上设置了加速电极 26、引出电极 27 和控制电极 28，但当加速电极 26 和控制（接地）电极 28 间的电位差大于 1000 伏时，引出电极 27 可以省略，但这样就降低了装置的灵活性。当加速电压，即加速电极 26 和控制电极 28 间的电位差小于 1000 伏甚至小于 500 伏时，则引出电极 27 对薄膜形成装置的高效运转的作用就非常大。加速电极 26 和控制电极 28 间的电位差应选择小于 2000 伏，这是因为如果大于 2000 伏，集结物的过度加速便会损害薄膜的形成。

在上述实施例中，用加热丝 5 加热坩埚 3，但也可以用电离丝 22 兼作加热装置，由它来加热坩埚。此外，本实施例设置了磁场发生装置 24，进一步提高了离子化的效率，但本发明也可应用于不设磁场发生装置の場合。

如上所述，具有如上结构的本发明的第 1 实施例具有如下效果，即因为电离装置是由设于喷嘴相对位置的阴极、以及包围阴极和坩埚、加热装置的阳极所构成的，且又设置了磁场发生装置，所以，阴极发出的电子能以螺旋运动直接射到集结物，提高了离子化效率，又因为坩埚的喷嘴附近及阳极为高温，所以，蒸镀物质不会渗出到坩埚外周，也不会附着在阳极上，因此，可防止因蒸镀物质导致的腐蚀或坩埚与加热装置之间阻抗的下降。

此外，因为加速装置由加速电极、相对加速电极为负电位的引出电极，以及具有加速电极和引出电极的中间电位的控制电极所构

成，所以，能使离子化集结物的量保持在某一水准以上，并能控制其加速，还能防止电子射入基片而损伤有关部分。当然，加速装置也可以由3个以上电极所构成。由于上述原因，可获得能稳定而高效运转、能形成高质量薄膜的、工作寿命长的高性能薄膜形成装置。

图3所示与图2所示的区别，只是其中的磁场发生装置24不是电磁性的，而是用永久磁铁构成的，即，在电离装置21的外周，设置圆环状的磁铁安装架241，该磁铁安装架241的内部，沿圆周分布有多个沿轴向延伸的孔241a，多个永久磁铁242极性方向一致地插入安装在该磁铁安装架241的孔241a内，由该磁铁安装架241和永久磁铁242构成磁场发生装置。单个永久磁铁242的磁场强度虽小，却能产生高密度的磁通，多个永久磁铁极性一致地设置，就能形成具有高磁通密度的磁场，就是说，若用图3所示的极性一致地设置的永久磁铁，只要用体积远比电磁性磁场发生装置小的装置，就能产生具有所需磁通密度的磁场，就能有效地使电离用电子作螺旋运动，从而有效地提高集结物离子化的效率。而且，通过改变永久磁铁242的个数，就能改变其磁场的磁通密度。另外，为了使磁场发生装置24保持一定的温度以使磁场保持稳定，可为磁场发生装置24设置内部流过冷却水的冷却用套管。

在上述实施例中，设置了磁场发生装置24，其产生的磁场方向垂直于由电离装置放出的电子的运动方向，所以，电子在自阴极趋向阳极的过程中，不是沿直线运动，而是沿螺旋线运动，可增加电子与蒸气流中的集结物碰撞的机会，并且从集结物中被打出的电子也会作螺旋运动，与其他蒸气碰撞使其离子化，从而大大提高集结物离子化的效率。但是显然，如果不使用此种磁场发生装置，而使用其他的能对由电离装置放出的电子施加作用场的装置，只要该作用场的方向不同于由上述电离装置发出的电子的运动方向，电子在趋向阳极的运动过程中，就不会作直线运动，而会作非线性运动，

相应地增加与集结物碰撞的机会，从而提高离子化效率。当然，若作用场的方向垂直于电子的运动方向，则效果更佳。

图4是本发明第2实施例的构成示意图。在此图中与图1、图2一样，1是蒸气发生源，2是蒸镀物质，3是收容蒸镀物质2的坩埚，4是设于坩埚3上部的喷嘴，5是设在坩埚3周围、加热坩埚3的加热丝。此外，6是屏蔽加热丝5的热量的绝缘板。其中坩埚3、加热丝5和绝缘板6构成蒸气发生源1。17是保持规定的真空度的真空槽，18是抽真空系统。

与第1实施例不同的是，使蒸气流20中的集结物7变成离子的电离装置40，由向蒸气流20发射电子束的电子放出装置即电子枪41，以及产生电场使离子化集结物12加速的电离部46所构成，即，该电离部又兼用作加速装置。如图所示，电子枪41设置在离开蒸气流20有相当距离的位置，由经加热用电源42加热而放出电子的阴极43，以及因直流电源44而与阴极43之间产生电场，使阴极43放出的电子加速的加速电极45所构成。电离部46主要由圆板状的控制电极47及接地电极48所构成，它们的中央部分设有让蒸气流20通过的圆孔，控制电极47通过加速电源55，对接地电极48保持正电位，由控制电极47和接地电极48形成具有图中虚线所示的等位面52的静电透镜53，所以，可以用控制电极47控制集结物7的离子化。此外，加热用电源56用来加热加热丝5，而直流电源57使坩埚3对加热丝5保持正电位。

电子枪41向着接地电极48的上方、蒸气流20的静电透镜53的出口侧发射电子束51。

从电子枪41向着静电透镜53发射的电子束51被引入静电透镜53中并被加速，与向上通过静电透镜53的蒸气流20中的集结物7逆向相撞，使集结物7电离成离子化集结物12，该离子化集结物12被静电透镜的电位差所加速而飞向基片16，形成薄膜34。

如上所述，在本实施例中，通过用电子枪 41 向静电透镜 53 的出口侧发射电子束 51，并利用静电透镜 53 形成的电场将电子束 51 中的电子引入静电透镜 53 中，使之与正在静电透镜 53 中向上运动的蒸气流 20 中的集结物 7 逆向碰撞，从而提高了电子与集结物 7 相撞的几率及动能，因此能提高使集结物 7 离子化的效率。又因为电子放出装置即电子枪 41 设置在离开蒸气流 20 有相当距离的位置，不会直接接触到蒸镀物质 2 的蒸气，所以，即使蒸镀物质的蒸气显示激烈的反应性，电子枪 41 也不会被腐蚀而缩短寿命，而且，构成电子枪 41 的材料也不会因被腐蚀而混入蒸气流 20 中，因此，不会因蒸气流 20 中混入了此类杂质而使被蒸镀物上形成的薄膜质量下降。

在上述第 2 实施例中，为形成静电透镜 53，设置了两块圆板状的电极即控制电极 47 和接地电极 48，但是，也可以设置 3 个以上的电极来控制电子及集结物离子，此外，若用设有让蒸气流 20 通过的通过部分的金属丝网来做控制电极 47 和接地电极 48，也可以收到同样的效果。

上述两个实施例对使集结物离子化的 ICB 装置进行了说明，但本发明所述的薄膜形成装置，也可以用作例如分子射线外延(エピタキミヤル)(MBE)法的薄膜形成装置及离子喷涂装置等。

在上述两个实施例中，坩埚的加热丝采用了螺旋形结构，即加热丝是绕成螺旋形的。但是，加热丝也可以采用其他的结构形式，例如图 5 所示。图 5 中，图 5a 是普通螺旋形的加热丝，其余的结构则不相同，其中以图 5c 和图 5d 的结构形式为好，因为它们易于制造且加热效率也较高。

上述两个实施例的发明构思可以结合起来，使本发明更趋完善。

例如，上述实施例 2 将电子枪置于远离蒸气流的位置，使电子

发生和发射源完全不接触蒸气而避免了因接触引起的腐蚀等问题，但对熔融的蒸镀物质因与坩埚材料的良好浸润性而爬上渗出坩埚壁的问题并未提供明显的措施。就是说，蒸镀物质中若有铝或硅，则部分蒸镀物质会从坩埚渗出，最后在加热丝和坩埚之间的空间蒸发，致使操作无法稳定进行。在上述实施例 1 中，通过在喷嘴之上设置电离丝，利用电离丝作为加热元件加热近喷嘴处，解决了上述蒸镀物质爬上渗出的问题。将这一构思运用到第 2 实施例中，可以有如下两种方案：一种方案是，由电子枪提供过量的电子，使过量的电子撞击在坩埚上从而加热坩埚的喷嘴附近部位，即，电子枪不仅用作使蒸气中的集结物电离的电子的发生发射源，而且也作为加热元件使坩埚中的蒸镀物质蒸发。另一种方案是，在从喷嘴喷出的蒸气流通道之外设置加热元件，用该加热元件加热坩埚的喷嘴周围区域以使蒸镀物质蒸发。因为该加热元件不必产生使蒸气中的集结物电离的电子，所以不必如第 1 实施例中的电离丝那样置于蒸气流通道之中。采用这两种方案可以兼具第 1 和第 2 实施例的优点。此外，上述第 1 实施例中的加速装置的结构可与第 2 实施例结合起来使用，这样便可如上所述，对离子化的集结物进行最大限度的控制。

业已证实，利用本发明的装置生产出的薄膜其电阻率可以接近于单片薄膜即不是通过蒸镀而形成的薄膜的电阻率。例如，用已有的蒸镀技术生产铝薄膜时，所获得的电阻率为 10 微米-欧姆·厘米左右，而若采用本发明，就可生产出具有 2.7 微米-欧姆·厘米电阻率的薄膜，这个数字与单片薄膜的电阻率十分接近。又如，若用已有技术生产钛的薄膜，其电阻率为 100 微米-欧姆·厘米左右，但采用本发明，电阻率可达到 60 微米-欧姆·厘米，这接近于单片薄膜的电阻率(57 微米-欧姆·厘米)。本发明能生产出较高密度的薄膜，密度高导致上述较低的电阻率，同时密度高也可以使薄膜对基片有较好的附着性能。此外，采用本发明的技术，比较容易形成单晶，这

一点对本发明所需要的较高密度的实现是很有帮助的。除了生产薄的导电薄膜或半导体薄膜以外，本发明还可以用来生产具有极低吸收率及高反射率的光学薄膜，而且是非常坚固的，特别是，可大大提高透镜薄膜的激光器损伤阈值 (damage threshold)。例如，现有技术生产的光学薄膜，其激光器损伤阈值在 2 焦耳厘米²左右，而使用本发明，损伤阈值可达到 8 焦耳厘米²。激光器损伤阈值的提高对激态原子或分子激光器来说是特别有用的。

使用本发明不仅可以生产出较好的薄膜，而且还可以大大提高蒸镀的速度。使用已有技术，蒸镀的速率约为 0.1 微米/分，而本发明可达到 0.5 微米/分。此外，电子发生源的工作寿命也可以大大提高，从 3 小时提高到 100 小时以上。

使用本发明的技术还可以生产许多半导体器件上所用的金属电路，包括 Drams 微处理器中的金属电路及形成存储电容器用的金属电路等。利用本发明的装置还可生产出具有高反射率的透镜以供激态原子或分子激光器之用。本发明还可以形成多层式反射薄膜。

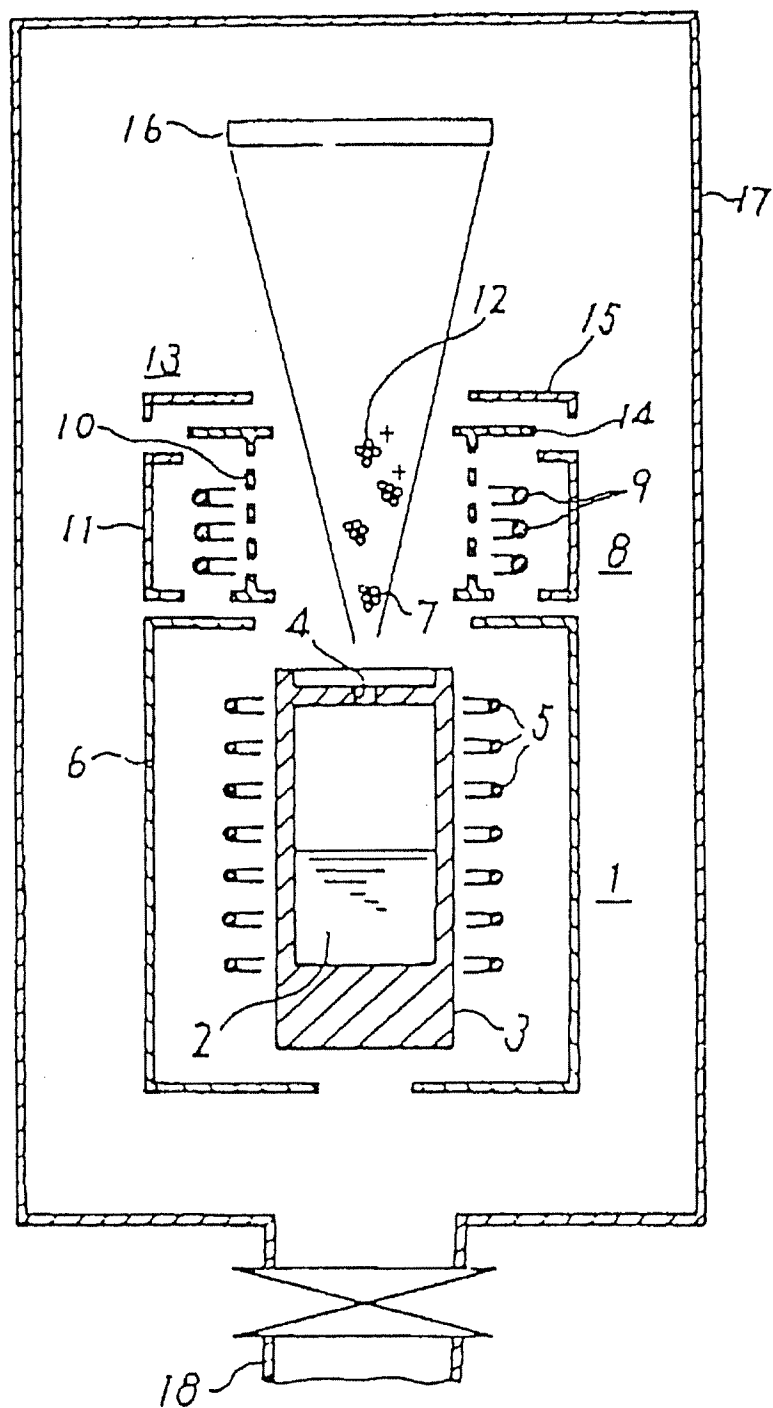


图 1

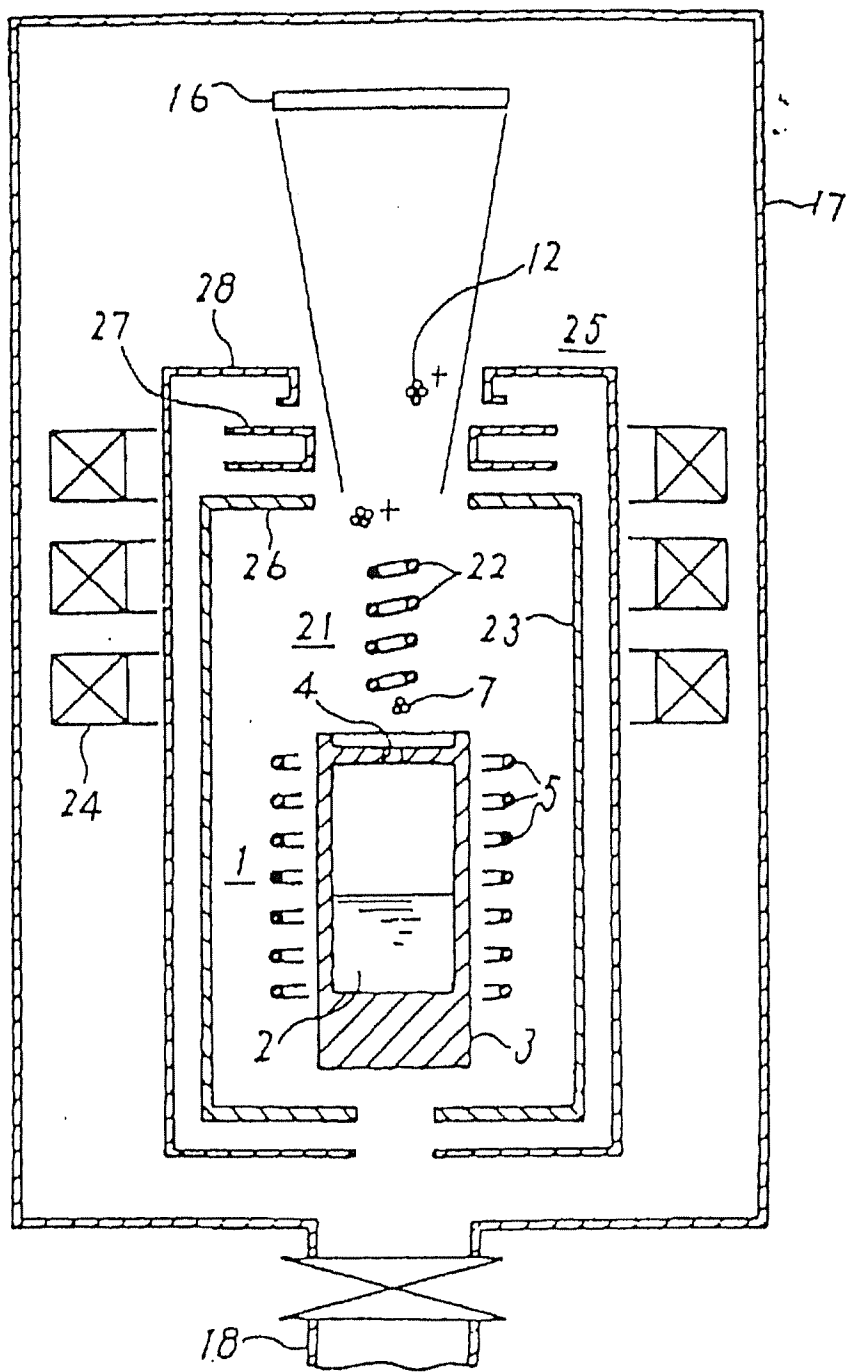


图 2

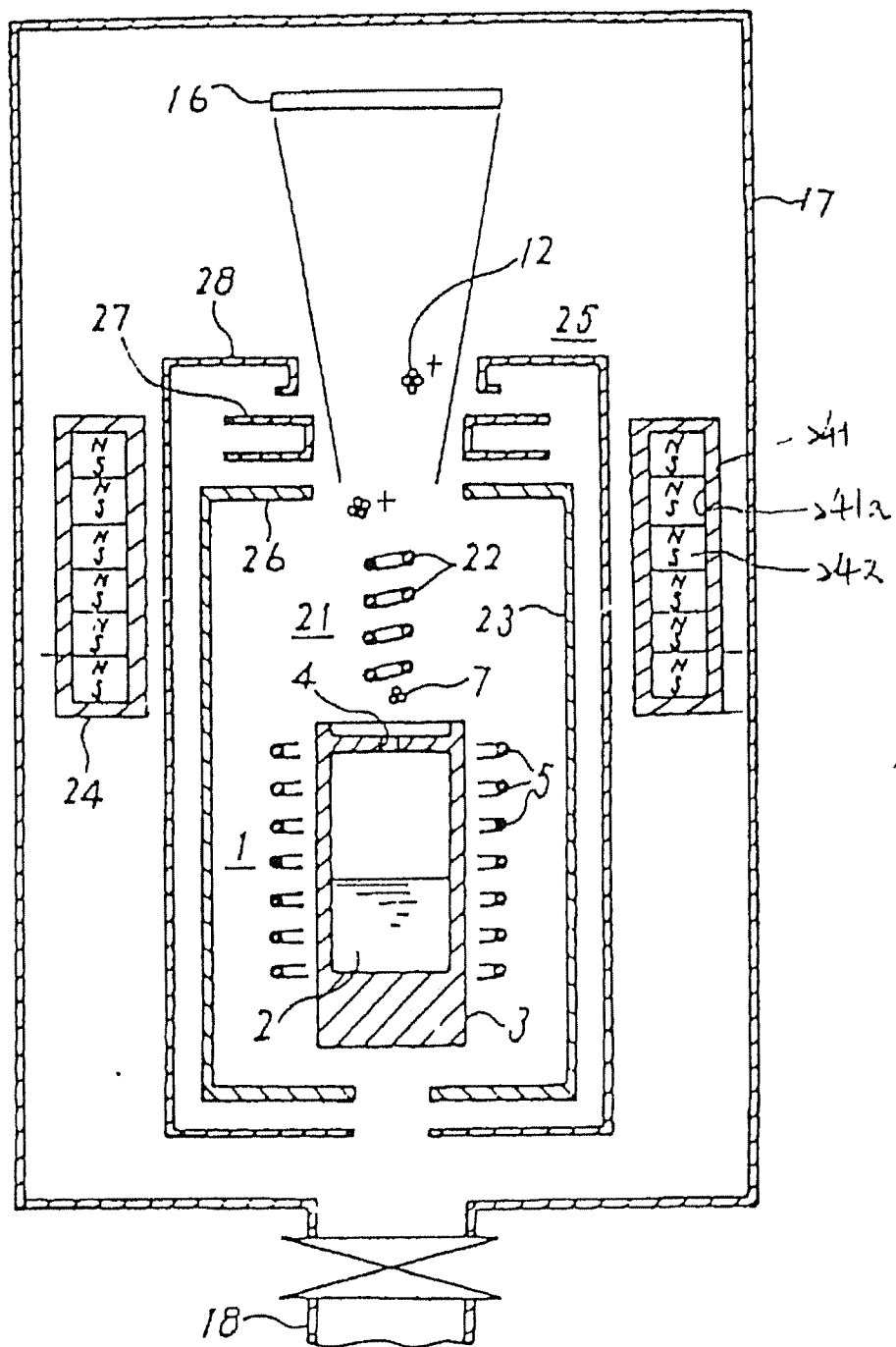


图 3

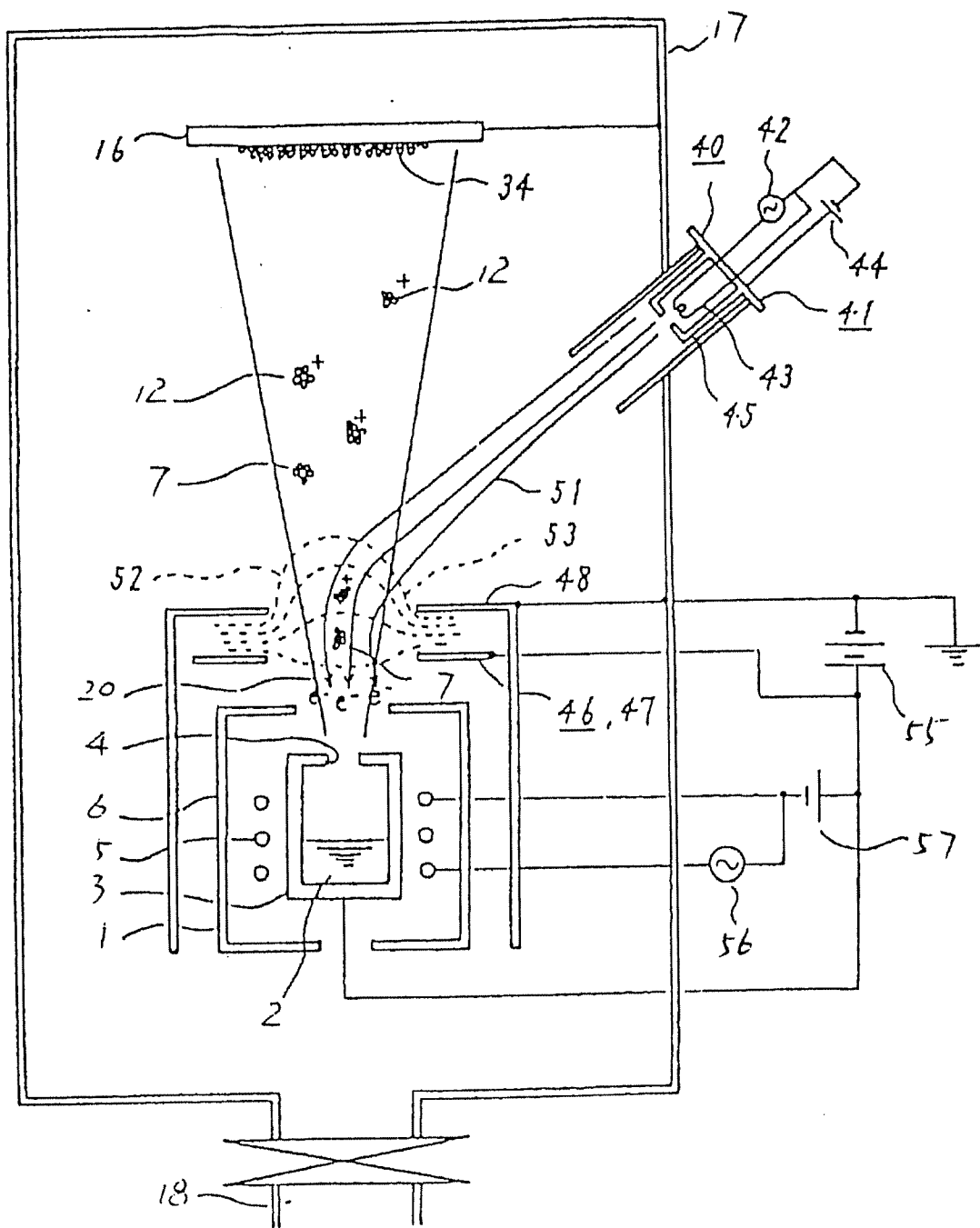
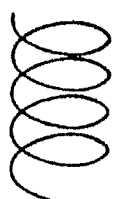


图 4

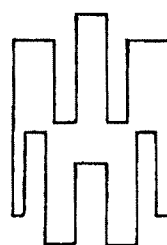
(a)



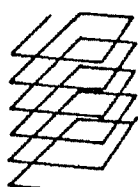
(b)



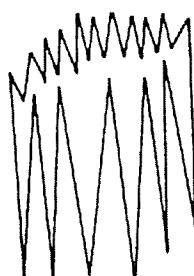
(c)



(d)



(e)



(f)

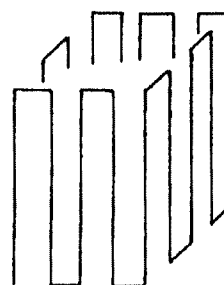


图 5